

**С. І. КОНДРАШОВ**, д-р. техн. наук, проф.,

**В. Ф. ЗАБАРА**, канд. техн. наук,

**К. К. ЧЕРНИШОВА**, аспірант (м. Харків)

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЮ ДЕФЕКТІВ НАФТО-, ГАЗОПРОВІДІВ**

В статті розглянуто метод вимірювання поляризаційного потенціалу підземних металевих споруд з використанням трьох електродів порівняння. Проведено аналіз вимірювальних моделей для визначення величини поляризаційного потенціалу.

The polarization potential determination method of underground metal constructions with the use of three electrodes is presented. The measuring model analysis of polarization potential amount determination is made.

Захист від корозії підземних металевих споруд – це важливе технічне завдання. Від їх безперебійного функціонування залежить забезпеченість міст і населених пунктів. Найбільш негативний вплив на умови експлуатації і термін служби підземних металевих споруд надає корозійна і біокорозійна агресивність навколишнього середовища, а також постійні струми, що блукають. Дія кожного з вказаних чинників і тим більше їх поєднання може у декілька разів скоротити термін служби сталевих підземних споруд і привести до необхідності передчасного перекладання не застарілих трубопроводів. Єдино можливим способом боротьби з цим негативним явищем є своєчасне застосування заходів по протикорозійному захисту сталевих підземних споруд. Основними джерелами струмів, що блукають, в землі є шляхи електрифікованого рейкового транспорту, що працюють на постійному або змінному струмі промислової частоти.

Відразу від створення газо - та нафтопроводів виникла проблема розрахунку та експериментального визначення поляризаційного потенціалу (ПП), тому що саме ПП відображує якість трубопровідного засобу. Використовуються різноманітні способи вимірювання ПП, при цьому точність вимірювань теж може бути різною. Вимірювальними величинами є значення напруг вимірювання у полі постійно діючого поляризаційного потенціалу –  $\phi$  та постійних і змінних напруг вимірювальних факторів відповідно класифікації (див. рис. 1). Ця класифікація може бути розширена у ході експерименту.

З класифікації видно, що мінімальне число моделей становить  $N = 2^3$ , де 2 – рівні класифікації, 3 – число визначальних параметрів ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ). Для конкретизації задачі розглянемо модель вимірювального експерименту. Тоді позначення експерименту  $\{\alpha, \beta, \gamma\}$  мають вигляд  $\{0, 1, 0\}$ , де:

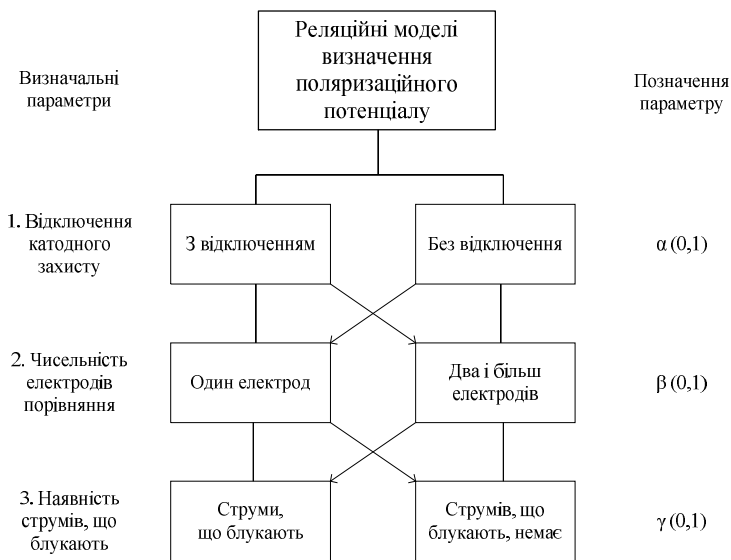


Рис. 1

$\alpha = 0$ , станція катодного захисту відключена;  
 $\beta = 1$ , маємо два, або більше електродів порівняння;  
 $\gamma = 0$ , струми, що блукають, присутні.

Саме таку модель  $\{0, 1, 0\}$  відповідно нашої класифікації розглянуто у роботі [9]. Для проведення вимірювань необхідно мати два електроди порівняння, два переносних заземлювача у вигляді металевих штирів будь-якого розміру, цифровий вольтметр із спеціальним алгоритмом роботи, а також провідники завдовжки 2 м і 15 м (див. рис. 2).

Перший заземлювач A1 встановлюють над віссю трубопроводу, а другий A2 – на відстані (12–14) м від A1, перпендикулярно до осі труби. У безпосередній близькості від A1 і A2 встановлюють мідно-сульфатні електроди порівняння. За допомогою реостата і амперметра встановлюють однакову величину струму в колі між A1, A2 і трубою. Перемикач служить для подачі послідовно по одному імпульсу струму.

Структурна схема вимірювання поляризаційного потенціалу включає: 1 – трубопровід; 2 – ізолюваний провідник; 3 – джерело струму; 4 – перемикач; 5 – електроди порівняння; A1, A2 – додаткові заземлювачі.

Цифровий вольтметр вимірює наступну напругу:

$U'_1$ ,  $U'_2$ ,  $U_1$  і  $U_2$  – різниці потенціалів між трубою і першим, другим електродами порівняння, до і після подачі струму від додаткового джерела;

$DU_1 = U'_1 - U_1$  – стрибок потенціалу при протіканні струму в колі A1 – труба;

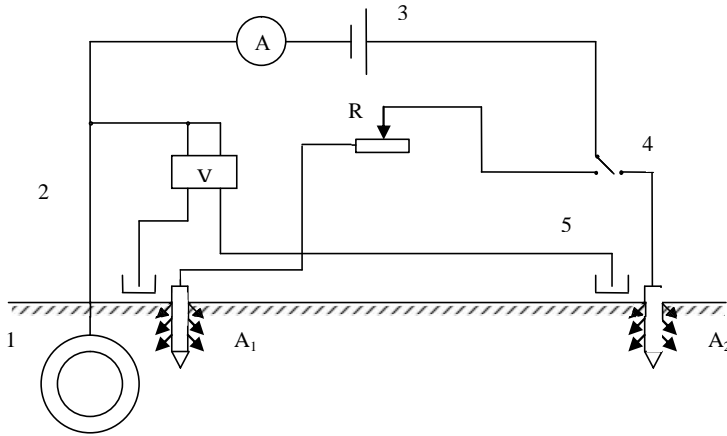


Рис. 2

$DU_2 = U'_2 - U_2$  – стрибок потенціалу при протіканні струму в колі A2 – труба.

Складемо систему рівнянь:

$$U_1 = j + R_1 \cdot (I_H + I)$$

$$U_2 = j + R_2 \cdot (I_H + I),$$

де  $I_H = I_{\text{СКЗ}} + I_{\text{БЛ}}$  – величина накладеного струму, рівна сумі струму станції катодного захисту і струму, що блукає, в момент вимірювання;  $R_1$ ,  $R_2$  – опори шару землі між трубою і першим і другим електродами порівняння відповідно.

У системі рівнянь віднімемо  $U_2$  з  $U_1$ :

$$DU = U_1 - U_2 = I_H \cdot (R_1 - R_2) + I \cdot (R_1 - R_2),$$

де:

$$I_H = \frac{DU}{R_1 - R_2} - I.$$

Підставимо  $I_H$  в перше рівняння системи і отримаємо:

$$U_1 = j + R_1 \cdot \left( \frac{DU}{R_1 - R_2} - I + I \right) = j + \frac{DU}{1 - \frac{R_2}{R_1}}.$$

Співвідношення опорів  $\frac{R_2}{R_1}$  помножимо і поділимо на величину струму

$I$ , тоді:

$$\frac{R_2 I}{R_1 I} = \frac{DU_2}{DU_1}$$

Підставимо це вираз в рівняння для  $U_1$ , отримаємо:

$$j = U_1 - \frac{U_1 - U_2}{1 - \frac{U'_2 - U_2}{U'_1 - U_1}} = U_1 - \frac{DU}{1 - \frac{DU_2}{DU_1}}$$

Величина струму в землі:

$$I_H = \frac{DU \cdot I}{I \cdot (R_1 - R_2)} - I = I \cdot \left( \frac{DU}{DU_1 - DU_2} - 1 \right).$$

Вимірювання по цьому методу дозволяють визначити величину поляризаційного потенціалу в полі струмів, що блукують, величину струму в землі і дефекти ізоляційного покриття трубопроводу. Загальним недоліком такого підходу при визначенні  $\phi$  – є велика похибка, зумовлена похибками вимірювальних пристроїв.

Розроблено класифікаційну модель для всіх моделей вимірювання експерименту по визначенню поляризаційного потенціалу. Визначено, що у подальшому необхідна розробка певної класифікаційної моделі методів для нових реляційно-різницевих моделей.

**Список літератури:** 1. *Забара В.Ф., Блохин В.И.* / Анализ схем измерения поляризационного потенциала. // Практика противокоррозионной защиты. – 2003 - №1(27), с. 40-44. 2. *Забара В.Ф., Блохин В.И.* / Измерения величины поляризационного потенциала методом выключения и переключения. // Практика противокоррозионной защиты. – 2002. - №3(25), с. 55-60. 3. *Фрейман Л.И. и др.* / Дополнение к сравнительному анализу методов измерений поляризационного потенциала. // Практика противокоррозионной защиты. – 2002 - №1(23), с. 50-60. 4. *Рябов В.С.* / Еще раз об измерении поляризационного потенциала на защищенных с помощью ЭЗУ стальных подземных трубопроводах. // Практика противокоррозионной защиты. – 2001 - №2(20), с. 58-60. 5. *Киченко С.Б.* / Результаты выявления связи между параметрами электрических измерений и реальным состоянием изоляционного покрытия металла подземных трубопроводов. // Практика противокоррозионной защиты. – 2001 - №1(19) - 2001, с. 30-38. 6. *Киченко С.Б.* / Об одном из методов оценки степени опасности локальных дефектов на поверхности трубопровода. // Практика противокоррозионной защиты. – 2001 - №1(19), с. 47-51. 7. *Глазов Н.П. и др.* / Об измерениях поляризационного потенциала на подземных стальных трубопроводах. // Практика противокоррозионной защиты. – №2, 2000, с. 24-29. 8. *Забара В.Ф.* / Вимірювання поляризаційного потенціалу. // Нафтогазова промисловість. – 1997: №2, с. 40-41. 9. *Забара В.Ф., Соколов А.С., Забара А.В.* / Расчет и измерение потенциалов трубопроводов. – Харьков, Изд. «Харків» 1992, - 131 с. 10. *Джоза Р.М.* / Методи і засоби електромагнітних обстежень захисту від корозії підземних трубопроводів. // Дис. д-ра. техн. наук: 05.11.16 – Львів, 2002, 365с.

Поступила в редколлегию 19.06.2008